



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL



ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Modificação Física e Químicas do Líquido Percolado em Solo Contendo Lodo de Lagoa de Estabilização Anaeróbia e Tratamento com Cal Virgem

Aluno: Daniel Sales Gomes Sobrinho – Matrícula 29611098

Orientadora: Annemarie Konig

Campina Grande/PB,

Outubro/2001.1

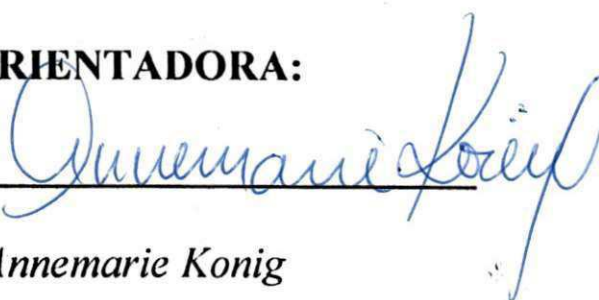


Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

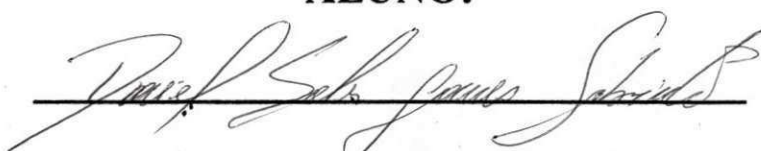
**Modificação Física e Químicas do Líquido Percolado em Solo
Contendo Lodo de Lagoa de Estabilização Anaeróbia e
Tratamento com Cal Virgem**

ORIENTADORA:



Annemarie König

ALUNO:



Daniel Sales Gomes Sobrinho

Campina Grande/PB,

Outubro de 2001

ÍNDICE

1.0 - Introdução.....	1
2.0 - Objetivo.....	3
3.0- Revisão Bibliográfica.....	4
3.1 - Lodo De Esgoto.....	4
4.0 - Materiais E Métodos.....	5
4.1 - Solo Arenoso.....	5
4.2 - Cal Virgem.....	7
4.3 - Água Potável Usada Na Irrigação.....	8
4.4 - Cultivo Experimental.....	9
4.4.1 - Unidade Experimental.....	9
4.4.2 - Delineamento Experimental.....	9
4.4.3 - Dosagem.....	11
4.5 - Análise Físico-Químicas Realizadas No Líquido Percolado.....	12
4.5.1 - Potencial Hidrogeniônico - Ph.....	13
4.5.2 - Condutividade Elétrica.....	14
4.5.3 - Fósforo Total E Ortofosfato Solúvel.....	15
4.5.4 - Amônia E Nitrato.....	18
4.5.5 - Ions De Sódio, Potássio, Cálcio E Magnésio.....	21
4.5.5.1 - Sódio E Potássio.....	21
4.5.5.2 - Magnésio E Cálcio.....	23
4.5.6 - Carbonatos E Bicarbonatos.....	24
4.5.6.1 - Carbonato.....	25
4.5.6.2 - Bicarbonato.....	26
5.0 - Resultados E Discussão.....	28
5.1 - Potencial Hidrogeniônico - Ph.....	28
Figura 5.1 - Ph Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	28
Figura 5.2 - Ph Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	28
5.2 - Condutividade Elétrica.....	30
Figura 5.3 - Condutividade Ce ($\mu\text{Mho/Cm}$) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta Com, Adubação.....	30
Figura 5.4 - Condutividade Ce ($\mu\text{Mho/Cm}$) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta Sem, Adubação.....	30
5.3 - Fósforo Total E Ortofosfato Solúvel.....	32
Figura 5.5 - Fósforo Total (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta Com, Adubação.....	32
Figura 5.6 - Fósforo Total (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	32
Figura 5.7 - Ortofosfato (Mg/L) Solúvel Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	34
Figura 5.8 - Ortofosfato (Mg/L) Solúvel Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	34
5.4 - Amônia E Nitrato.....	36
Figura 5.9 - Amônia (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	36
Figura 5.10 - Amônia (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	36
Figura 5.11 - Nitrato (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	38
Figura 5.12 - Nitrato (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	38
5.5 - Ions De Sódio, Potássio, Cálcio E Magnésio.....	40
Figura 5.13 - Sódio (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	40
Figura 5.14 - Sódio (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	40
Figura 5.15 - Potássio (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	41
Figura 5.16 - Potássio (Mg/L) Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	41
Figura 5.17 - Cálcio Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	43
Figura 5.18 - Cálcio Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	43
Figura 5.19 - Magnésio Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	45
Figura 5.20 - Magnésio Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	45
5.6 - Bicarbonatos.....	47
Figura 5.21 - Bicarbonato Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Com Adubação.....	47
Figura 5.22 - Bicarbonato Das Amostras De 1ª E 2ª Coleta, Sem Adubação.....	47
7.0 - Conclusão.....	49
anexos.....	51
tabelas.....	52

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 01</i> – Composição de solo e lodo pastoso em cada um dos tratamentos.....	11
<i>tabela 02</i> – resultados máximos e mínimos dos tratamentos.....	49
<i>Tabela 03</i> – pH das amostras da 1ª e 2ª coleta	52
<i>Tabela 04</i> – condutividade elétrica (μmho) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	52
<i>Tabela 05</i> – fósforo total (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	52
<i>Tabela 06</i> – ortofosfato solúvel (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	52
<i>Tabela 07</i> – amônia (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	53
<i>Tabela 08</i> – nitrato (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	53
<i>Tabela 09</i> – sódio (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	53
<i>Tabela 10</i> – potássio (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	53
<i>Tabela 11</i> – cálcio (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	54
<i>Tabela 12</i> – magnésio(mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	54
<i>Tabela 13</i> – bicarbonato (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta.....	54

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estágio serão preparados séries de baldes plásticos de 20ml, com fundo aberto e preenchidos com solo e uma camada de 15 cm, de solo misturado com lodo de esgoto previamente tratado com cal virgem, doravante denominado de lodo calado. A cultura a ser monitorada será o algodão e todos os experimentos serão conduzidos na EMBRAPA – Campina Grande (PB). Quinze baldes receberão lodo calado e adubações complementar de fósforo e potássio em concentrações de 60, 120, 180, 240 e 300kg Nitrogênio/ha. O controle será um balde somente com solo sem adubação. A irrigação será feita com água de abastecimento da cidade sem cloro, e o líquido percolado será analisado para os seguintes parâmetros físicos e químicos: pH, condutividade elétrica, amônia, nitrato, demanda química de oxigênio, fósforo total e ortofosfato solúvel e íons de: cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos e bicarbonatos. As análises serão realizadas no Laboratório de Saneamento (AES/DEC/CCT) seguindo os procedimentos do APHA (1995).

O aluno irá preparar uma revisão bibliográfica sobre as características químicas do solo avaliado, sobre as vantagens e desvantagens da utilização da calagem como método de higienização de lodos de esgotos para utilização em agricultura e outras informações necessárias para o embasamento teórico do estágio.

Modificação Física e Químicas do Líquido Percolado em Solo
Contendo Lodo de Lagoa de Estabilização Anaeróbia e
Tratamento com Cal Virgem

1.0 - INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de esgoto (ETE's) produzem uma quantidade significativa de lodo. Este material não tem disposição final adequado, tornando-se mais um rejeito, lixo, que sempre será descartado ao meio ambiente. Ele apresenta um elevado conteúdo de organismos patogênicos (vírus, bactérias, cistos de protozoários e ovos de helmintos). Em busca de uma alternativa viável ou seja uma disposição final para este resíduo, é necessário uma definição de como utilizá-lo e a reciclagem, de forma eficiente e planejada, está se tornando muito popular desde que não cause impacto no meio ambiente.

A reciclagem agrícola do lodo em solos agriculturáveis para o plantio de culturas deve contemplar um tratamento prévio deste material para tentar eliminar os agentes patogênicos existentes. Um destes métodos é o emprego da cal virgem misturado com a pasta de lodo em proporções adequadas, para obter uma boa eliminação dos agentes patogênicos. Sem este tratamento o material seria um vetor em potencial de contaminação dos trabalhadores, do solo e conseqüentemente das culturas além dos consumidores destes produtos e dos corpos de d' água tanto superficial quanto subterrâneo.

Porém com adição da cal virgem no lodo, soluciona-se o problema de eliminação dos agentes patogênicos existentes, contudo este procedimento modifica as características físicas e principalmente químicas com o aumento do pH, com valores que podem chegar até 12, e interferindo nas concentrações de micronutrientes particularmente de nitrogênio, fósforo e potássio. Neste trabalho será feita uma análise química da água percolada em vasos na tentativa de simular um solo agrícola onde foi adicionado lodo anaeróbio proveniente de uma ETE que foi previamente tratado com a

cal virgem. É também objetivo qualificar e quantificar alguns micronutrientes nesta água percolada.

2.0 - OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo investigar as modificações que ocorrem nas características físicas e químicas quando água de irrigação percola através de um solo fertilizado com lodo de lagoas de estabilização anaeróbia que foi previamente higienizado através da adição de **cal virgem**.

3.0- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – LODO DE ESGOTO

O tratamento do esgoto produz um resíduo sólido denominado lodo. A disposição final deste lodo é uma etapa fundamental para a operação eficiente de uma estação de tratamento de esgoto.

O excesso de lodo produzido no tratamento, retirado, em média, a cada três meses, tem como alternativas de disposição a descarga oceânica, os aterros sanitários e a reciclagem agrícola.

A reciclagem agrícola é a mais indicada sob os aspectos sanitário, ambiental, agronômico, social e econômico. O lodo reciclado é um excelente adubo quando adequadamente tratado e higienizado. Ele pode ser usado em culturas agrícolas de diversos cereais, na produção de pastagens e mudas de árvores, na recuperação de áreas degradadas, em plantas ornamentais e no paisagismo

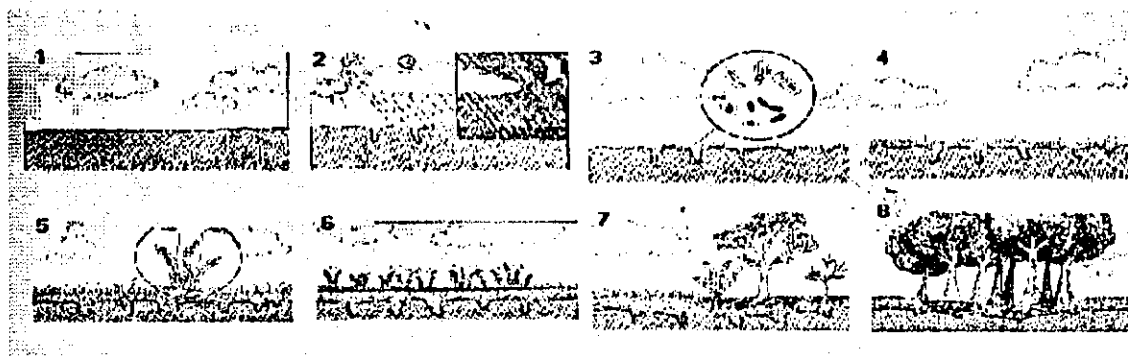
Pesquisas desenvolvidas na SANEPAR (Saneamento do Estado do Paraná) mostram que há uma garantia de segurança no uso agrícola do lodo, pois os seus principais contaminantes, como os metais pesados chumbo, zinco, cobre, níquel, cromo e cádmio, e os agentes patogênicos, as bactérias, protozoários, helmintos, fungos e vírus, recebem um tratamento prévio de descontaminação. Esse tratamento é feito ou por secagem, usando prensa desaguadora, centrífuga e leitos de secagem, ou por estabilização e higienização, adicionando cal (calagem) e compostagem.

4.0 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - SOLO ARENOSO

O solo é o resultado de algumas mudanças que ocorrem nas rochas. Estas mudanças são bem lentas, sendo que condições climáticas e presença de seres vivos são os principais responsáveis pelas transformações que ocorrem na rocha até a formação do solo. Para entendermos melhor este processo, acompanhe atentamente a seqüência abaixo:

- 1) Rocha matriz exposta.
- 2) Chuva, vento e sol desgastam a rocha formando fendas e buracos. Com o tempo a rocha vai esfarelando-se.
- 3) Microrganismos como bactérias e algas se depositam nestes espaços, ajudando a decompor a rocha através das substâncias produzidas.
- 4) Ocorre acúmulo de água e restos dos microrganismos.
- 5) Organismos um pouco maiores como fungos e musgos, começam a se desenvolver.
- 6) O solo vai ficando mais espesso e outros vegetais vão surgindo, além de pequenos animais.
- 7) Vegetais maiores colonizam o ambiente, protegidos pela sombra de outros.
- 8) O processo continua até atingir o equilíbrio, determinando a paisagem de um local.



Todo este processo leva muito tempo para ocorrer. Calcula-se que cada centímetro do solo se forma num intervalo de tempo de 100 a 400 anos! Os solos usados na agricultura demoram entre 3000 a 12000 anos para tornarem-se produtivos.

Intemperismo é o processo de transformação das rochas em solo.

CARACTERÍSTICAS DO SOLO

COR

Deve-se ter notado quantas cores diferentes de solo existem. A variação é muito grande nos tons de marrom, podendo chegar até preto, rosado ou vermelho. Logo reconhecer facilmente as tonalidades do solo, usando uma escala padronizada. A cor é em função da constituição do solo, ou seja, do tipo de rocha que o formou e das características do local.

TEXTURA E CONSISTÊNCIA

O solo dar a sensação de áspero ou liso, principalmente. Isto se deve ao tipo de matéria que predomina, seja areia, argila ou silte (límio), que conferem a textura ao solo. Quando o solo se desmancha facilmente é porque não está compactado, não é duro. Observe que um solo com muita areia esfarela-se como açúcar e um solo mais barrento é mais firme. Portanto, ao dizermos que o solo é ou não compacto, estamos nos referindo à sua consistência.

Os solos contêm substâncias sólidas: água e ar.

O solo apropriado para a agricultura deve apresentar um equilíbrio entre os constituintes.

As partículas do solo estão em contato umas com as outras, ou seja, aderidas, mesmo havendo ar entre elas. A proporção entre os grãos que compõem as partículas entretanto variam de solo para solo. Os solo arenoso, não quer dizer que só tem areia,

mas que a quantidade de grãos de areia é maior que a de outros grãos, já no solo argiloso predominam partículas de argila em relação às demais.

No solo arenoso o espaçamento das partículas é maior porque as partículas são maiores e, portanto, há mais ar entre elas. Os solos ARENOSO, contém maior quantidade de areia e é um solo permeável, que não acumula tanta água e por isso forma um terrenos secos.

O solo usado no experimento veio da localidade de Lagoa Seca (EMEPA) – Campina Grande –PB.

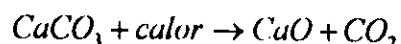
4.2 - CAL VIRGEM

Cal é o nome genérico de um aglomerante simples, resultante da calcinação de rochas calcárias, que se apresenta sobre diversas variedades, com características resultantes da natureza da matéria-prima empregada e do processo conduzido para a sua obtenção.

A calcinação da rocha calcária pura resulta na produção de óxido de cálcio puro, material de grande importância industrial. Nas rochas calcária naturais, o carbonato de cálcio é freqüentemente substituído, em menor ou maior proporção, pelo carbonato de magnésio, que não constitui impurezas propriamente ditas. A sílica, os óxidos de ferro e de alumínio são as impurezas que acompanham os carbonatos, em maior ou menor grau, na constituição das rochas calcárias.

Além das rochas calcárias, prestam-se, também, como matéria-prima à produção de cal os depósitos de resíduos de esqueletos de animais, como ocorre em nosso sambaquis.

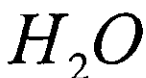
Reação química: uma reação exotérmica que atinge uma temperatura em torno de 900°C, onde se descompõem o óxido de cálcio e anidrido carbônicos, processo representado pela seguinte equação:



Onde CaO representa a cal viva, que são pedras porosa e formato idênticos aos grãos da rocha original.

4.3 - ÁGUA POTÁVEL USADA NA IRRIGAÇÃO

Substância composta que apresentam propriedades físico-químicas bem definidas. Sendo uma substância composta resultante da combinação de dois átomos de hidrogênio com um de oxigênio:



Apresentando propriedades como:

promove a dissolução com facilidade de inúmeras substâncias, o que lhe vale o título de solvente universal;

substância pouco compressível;

densidade varia com a temperatura;

A água potável apresenta as seguintes características: um pH entre 5,8 e 8,0 entre o meio ácido e básico e possuem os seguintes limites máximos:

material orgânico (expresso em oxigênio consumido)	3 mg/l
resíduo sólido.....	5000mg/l
sulfato (expresso em íons SO_4^{--}).....	300mg/l
cloreto (expresso em íons Cl_4^-).....	500mg/l
açucars	5mg/l

No presente trabalho foi utilizado água proveniente do reservatório de abastecimento de água de Campina Grande-PB, CAGEPA, Companhia de Água e Esgoto da Paraíba.

4.4 - CULTIVO EXPERIMENTAL

Algodão (cultivar BRS 200 – marrom)

É a primeira cultivar de algodão de fibras geneticamente coloridas, obtidas no Brasil, selecionadas a partir de algodão arbóreas nativas do semi-árido nordestino.

A BRS 200 é um bulk constituído pela mistura ou partes iguais de semente das linhagens CIIPA 92 1139, CNPA 94 362 e CNPA 95 653 que possuem fibras de coloração marrom claro, estas linhagens foram selecionadas em 1992, 1994 e 1995 a partir do banco de Cermoplasma de algodoeiro Albóreo da Embrapa, implantado em 1983, no campo experimental de Patos-PB, a parti de matrizes de algodoeiro arbóreo, coletados no municípios de Acari-RN e Milagres-CE.

4.4.1 - UNIDADE EXPERIMENTAL

A unidade experimental será representada por vasos plásticos com aproximadamente 21 litros, com furos na pare inferior para facilitar a drenagem e lixiviação do solo. A base inferior de cada vaso será acoplada sobre um outro recipiente para coletar o líquido percolado pelo solo tratado.

4.4.2 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As amostras analisadas são referente de um líquido percolado por um solo da região, solo arenoso característico da região e Campina Grande -PB, que foram

distribuídos dentro de baldes com volume de 20 litros, onde foram misturados com a cal virgem e lodo seco, de forma proporcional, 13kg entre(solo + lodo seco + cal virgem), T1, T2, T5, T6, T9, T10, T13, T14, T17, T18 e (T21 a testemunha), assim catalogados, como devidas quantidades de solo, mais cal virgem e lodo seco (proveniente da ETA de esgoto) presente em cada balde a ser experimentados. Onde serão feita análise físico-químicas. Esta compõem, o ponto básico deste estágio, que tem um período de duração entre de agosto de 2001 à outubro de 2001. As amostras foram ensaiadas no Laboratório da Área de engenharia Sanitária e Ambiental da UFPB.

As amostras de líquido percolado foram coletadas quinzenalmente no local do experimento, na casa de vegetação da EMBRAPA – CNPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agro Pecuária – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão).

Foram realizadas duas coletas de líquido percolado:

- primeira coleta data: 02/08/2001
- Segunda coleta data: 18/09/2001

As quantidades de solo e de lodo pastoso em cada vaso são mostradas na

Tabela 01 .

Tabela 01– Composição de solo e lodo pastoso em cada um dos tratamentos.

Amostra	Solo (Kg)	Lodo pastoso (calado) (Kg)
T1	18,90	18,02
T2	18,90	17,17
T5	18,90	34,59
T6	18,90	34,35
T9	18,90	51,16
T10	18,90	51,52
T13	18,90	68,08
T14	18,90	68,69
T17	18,90	85,09
T18	18,90	85,87
T21	100%	0%

4.4.3 - DOSAGENS

A calagem significa adição de cal virgem ao lodo, numa relação de 50% do peso seco do lodo.

⇒ **1ª dosagem: 60kg+N/ha (tratamento – T1)**

- 1) lodo pastoso com adubação complementar
- 2) lodo pastoso sem adubação complementar

⇒ **2ª dosagem: 120kg+N/ha (tratamento – T2)**

- 1) lodo pastoso com adubação complementar
- 2) lodo pastoso sem adubação complementar

⇒ **3ª dosagem: 180kg+N/ha (tratamento – T3)**

- 1) lodo pastoso com adubação complementar
 - 2) lodo pastoso sem adubação complementar
- ⇒ 4ª dosagem: 240kg+N/ha (tratamento - T4)
- 1) lodo pastoso com adubação complementar
 - 2) lodo pastoso sem adubação complementar
- ⇒ 5ª dosagem: 300kg+N/ha (tratamento - T5)
- 1) lodo pastoso com adubação complementar
 - 2) lodo pastoso sem adubação complementar
- ⇒ dosagem: solo testemunha (T21)

4.5 - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS NO LÍQUIDO PERCOLADO

4.5.1 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

(Método Potenciométrico, APHA, 1989)

Esta análise nos permite verificar o grau de acidez ou de alcalinidade de uma amostra aquosa, o qual é de extrema importância no controle de todos os tipos de tratamento de água e esgotos.

A água sofre pequenas dissociações iônicas, permitindo a formação de um íon hidróxido (HO^-), básico, para cada íon de hidrogênio (H^+), ácido, o pH representa, portanto, o teor de íons (H^+) presente no meio. Matematicamente seu valor pode ser obtido pela equação abaixo.

$$pH = \log \frac{1}{[H]}$$

Variando seu valor numa escala de 0 a 14 o pH tem seu ponto neutro em 7,0. Valores inferior a este ponto a água se encontra num estado ácido e acima deste num estado básico, ou ambientes alcalinos.

Os principais efeitos do pH são:

- ⇒ quando o valor apresentado for 9,0, pode provocar a precipitação do fósforo sob a forma de ortofosfato insolúvel, limitando o crescimento de algas;
- ⇒ muitas bactérias são sensíveis a valores do pH acima da faixa 6,0 – 9,0;
- ⇒ a taxa de fotossíntese pode ser inibida pela elevação acentuada do pH.

⇒ Material:

- ⇒ pH metro;
- ⇒ baby becker de 100ml;
- ⇒ pisseta com água destilada;
- ⇒ papel higiênico.

⇒ Procedimento

- ⇒ ligar o aparelho;
- ⇒ inserir o eletrodo na solução tampão conforme análise;
- ⇒ calibrar o aparelho para 4.0 e 7.0;
- ⇒ aguardar que a leitura fique estável;
- ⇒ retirar o eletrodo e limpá-lo com água destilada para o novo processo;
- ⇒ anotar o valor de cada leitura, em uma tabela apropriada.

4.5.2 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

(Método da Resistência Elétrica, Manual de Instrução de Condutivímetro Mod. 600, Analyser Comércio e Indústria Ltda, 1995)

É um das principais análises a ser feita, pois este parâmetro vai fornecer a quantidade de sais presente na água analisada, água que irá percolar o solo em estudo para campos agrícolas, onde a condutividade elétrica nos vai medir o risco de salinidade presente nesta água.

Condutividade elétrica é a capacidade de uma solução de conduzir corrente elétrica. Nos metais esta condução é feita pelos elétrons livres, nas soluções aquosas esta condição se dá através dos íons.

A condutividade de uma solução é definida e padronizada para uma temperatura de 25°C, porém com uso de certos aparelhos de condutividade, as medidas podem ser feitas à qualquer temperatura que esteja a amostra. Pois existe uma tabela gráfica indicando a temperatura correspondente de estabilidade com o eletrodo e a solução tampão correspondente.

⇒ Materiais :

- ⇒ condutivímetro do tipo Analyser modelo 600;
- ⇒ pisseta com água destilada;
- ⇒ baby backer de 100ml;
- ⇒ papel higiênico.

⇒ Procedimento

- ⇒ ligar o aparelho;
- ⇒ girar a chave seletora para a posição 2000 micromhos;

- ⇒ mergulhar o eletrodo na solução tampão;
- ⇒ verificar a temperatura ambiente;
- ⇒ regular o condutivímetro de acordo com a temperatura ambiente;
- ⇒ ajustar o condutivímetro para as leituras das amostras;
- ⇒ gerar uma tabela com as leituras;

⇒ **Cálculo:**

$$\text{condutividade} = \text{condutância} \times K \text{ (mho ou siemens)} = (\text{mho/cm}) \cdot \text{cm}$$

O aparelho fornece o valor da condutância da solução. Para obter o valor de condutividade deve-se utilizar a equação. Para água residuária tomar $K=1$.

4.5.3 - FÓSFORO TOTAL E ORTOFOSFATO SOLÚVEL

(Método Espectrofotométrico Do Acido Ascórbico, APHA, 1989)

O fósforo está presente em águas limpas e residuárias na forma de fosfato (PO_4). Os fosfatos são classificados em: ortofosfato solúveis, fosfatos condensados e fosfatos orgânicos.

Os fosfatos presentes nas águas residuárias tem origem muito diferentes:

- ⇒ provém principalmente do uso de sabões e detergentes sintéticos, pois estes normalmente o contem em sua composição química,
- ⇒ da utilização de fertilizantes na agricultura onde os compostos à base de fósforos são levados para os corpos d'água através das chuvas.
- ⇒ através das fezes, restos de alimentos e outras formas de materiais orgânicos em composição.

A principal preocupação no controle do lançamento de fósforo nos corpos receptores é a superfertilização. Pois, sendo o fósforo um elemento essencial para o crescimento da biota aquática, uma grande descarga deste elemento ou de seus compostos, pode resultar num crescimento exagerado de algas e plantas aquáticas.

⇒ Material utilizado para determinação do fósforo total

- ⇒ erlemayers de 125 ml;
- ⇒ pipetas de 5 ml;
- ⇒ autoclave vertical FABBE modelo 103;
- ⇒ balão volumétrico de 50 ml
- ⇒ balança digital;
- ⇒ pissetas com água destilada;
- ⇒ espectrofotômetro Micronal B 382;

⇒ Procedimentos

- ⇒ identificação dos erlemayers;
- ⇒ colocar 0,4 g de persulfato de amônio;
- ⇒ adicionar 5 ml da amostra bruta bem homogeneizada;
- ⇒ colocar 1 ml de H_2SO_4 ;
- ⇒ levar as amostras para uma autoclave (121 C) durante 30 min;
- ⇒ resfriar, completar para 30 ml com água destilada;
- ⇒ adicionar 1 gota de fenolftaleína ;
- ⇒ neutralizar com Na OH 6Npar um rosa claro;

- ⇒ transferir o conteúdo do erlemayers para um balão volumétrico de 50 ml e completar com água destilada e retornar ao erlemayers;
- ⇒ adicionar 8 ml de reagente combinado e aguardar 10 minutos;
- ⇒ ler no espectrofotômetro a 880 nm.

⇒ Material utilizado para determinação do ortofosfato solúvel

- ⇒ erlemayers de 125 ml;
- ⇒ pipetas de 5 ml;
- ⇒ balão volumétrico de 50 ml;
- ⇒ pissetas com água destilada;
- ⇒ papel de fibra de vidro;
- ⇒ conjunto de filtração;
- ⇒ espectrofotômetro Micronal B 382.

⇒ Procedimento

- ⇒ filtrar as amostras;
- ⇒ pipetar 5 ml do filtrado num balão de 50 ml e completar com água destilada;
- ⇒ transferir o conteúdo do balão para um erlemayers identificado;
- ⇒ adicionar 8 ml do reagente combinado e aguardar 10 minutos;
- ⇒ fazer a leitura no espectrofotômetro a 880 nm.

Obs.: ambos os procedimentos devem ser realizados em meio ácido porque com pH acima de 9,0 o fosfato precipita.

4.5.4 - AMÔNIA E NITRATO

Os corpos receptores, normalmente, contêm compostos nitrogenados em solução e, principalmente tratando-se de águas que recebem esgotos tratados ou não, a concentração de tais compostos deve ser alta.

Os compostos nitrogenados provêm do lançamento de despejos industriais, excretas humanas e fertilizantes inorgânicos. Aproximadamente 40% está na forma de amônia e 60% na forma orgânica com uma fração desprezível de forma de nitrato. O conteúdo total, nas águas residuárias sob a forma de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrato, nitritos e nitrogênio gasoso;

Compostos orgânicos nitrogenados $\xrightarrow{\text{decomposição bacteriológica}}$ NH₃(amônia)

Após esta fase ocorre um processo denominado nitrificação, que consiste na bioxidação da amônia em nitrato. Esta conversão é feita em dois estágios:

1) inicialmente, sob condição aeróbica, um grupo de bactérias, denominadas *Nitrossomonas* oxidam a amônia em nitrito e, subseqüentemente, as *Nitrobacter* oxidam nitritos em nitratos;

2) a desnitrificação biológica ocorre sob condições anaeróbicas, onde os nitratos são reduzidos para gás nitrogênio por uma variedade de bactérias facultativas.

Para que ocorra todo este ciclo com os compostos nitrogenados, certos parâmetros são de extrema importância para a cinética da nitrificação bacteriológica. A temperatura mínima razoável é de 8 C, o pH ótimo é, aproximadamente 8,4 e a teor de oxigênio dissolvido deve ser maior que 1,0 mg/l.

O nitrogênio é um elemento de importância fundamental na vida dos organismos, ma vez que é um dos constituintes da molécula da proteína. Pôr outro lado, constitui um dos mais importantes fatores limitantes à vida da biota aquática. Não só pelo seu efeito direto, tóxico, mais também em consequência do aumento da

proliferação de microrganismos que podem causar grande depleção do oxigênio dissolvido.

○ Material utilizado na determinação da amônia

(método da nesslerização direta, APHA, 1989):

- ⇒ Becker de 125 ml;
- ⇒ pipetas de 5 e 10 ml;
- ⇒ proveta de 100 ml;
- ⇒ espectrofotômetro;
- ⇒ pipetas com água destilada;
- ⇒ tubos de plásticos de 50 ml com tampa.

○ Procedimentos

- ⇒ marcar um Becker de 125 ml com o tipo de amostra a ser analisadas;
- ⇒ medir em proveta 100 ml de sulfato da solução de sulfato de zinco;
- ⇒ misturar por rotação;
- ⇒ adicionar duas gotas de solução de hidróxido de sódio (NaOH 6N);
- ⇒ misturar pós rotação;
- ⇒ esperar descansar;
- ⇒ pipetar 5 ml do sobrenadante clarificado em tubo de plástico de 50 ml com tampa;
- ⇒ adicionar 2 gotas do sal de Rochelle;

- ⇒ completar o tubo de plástico com água destilada;
- ⇒ adicionar 1 ml do reagente de Nessler;
- ⇒ ler no espectrofotômetro à 450 nm.

⇒ Material utilizado na determinação do nitrato

(método do Salicilato de sódio, Rodier , 1975)

Na presença de salicilato de sódio, os nitratos resultam em paranitrosalicilato de sódio, desenvolvendo coloração amarela susceptível à leitura colorimétrica.

- ⇒ cápsulas de porcelana;
- ⇒ pipetas de 1 ml;
- ⇒ proveta;
- ⇒ banho-maria;
- ⇒ espectrofotômetro;

⇒ Procedimentos

- ⇒ filtrar a amostra, já que o teste só pode ser realizado com amostras claras;
- ⇒ introduzir 10 ml da amostra em uma cápsula de 60 ml;
- ⇒ juntar 1 ml da solução de salicilato de sódio;
- ⇒ evaporar em banho-maria;
- ⇒ deixar esfriar;
- ⇒ umedecer o resíduo com 2 ml de ácido sulfúrico concentrado;
- ⇒ esperar 10 minutos e colocar 15 ml de água destilada, 15 ml da-

⇒ solução alcalina de tartarato de sódio e potássio, deixando desenvolver coloração amarela;

⇒ efetuar as leituras no espectrofotômetro a 415 nm;

⇒ determinar as concentrações reportando-se à curva de calibração.

Obs.: Para uma amostra de 10 ml, a curva dá diretamente o conteúdo da amostra em nitrato (N-NO₃), expressa em mg/l para obter o valor do nitrato, multiplicar o resultado por 1,43.

4.5.5 - ÍONS DE SÓDIO, POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO

Os cátions sódio, potássio, cálcio e magnésio são os principais íons presentes em ambiente aquáticos. Vários fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d'água, alguns são: a geologia da área de drenagem dos efluentes, geologia da bacia de acumulação do aquífero e o regime de chuvas.

Estes íons têm importante papel na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, pois fazem parte de importantes processos fisiológicos de suas comunidade. O cálcio, por exemplo, é essencial para o processo metabológico na célula, como por exemplo no metabolismo do nitrogênio.

O sódio e o potássio tem como principal função, a troca e o transporte de outros íons para os meios intra e extra celulares. No ambiente aquático, estes íons dificilmente atuam como fatores limitados.

4.5.5.1 - SÓDIO E POTÁSSIO

Metodologia utilizada para a determinação do sódio e do potássio é a espectroscopia de chamas, e o aparelho utilizado é o fotômetro de chamas. Esta técnica consiste na introdução da amostra na chama em forma de aressol. As funções da chama são:

- a) converter os constituinte da amostra ao estado gasoso;
- b) decompor os constituintes em átomos ou moléculas mais simples;
- c) excitar eletronicamente uma fração das espécies atômicas ou moleculares resultante;

Como usar o fotômetro de chamas:

ligar o compressor conectado ao fotômetro;

ajustar o compressor de tal forma que sua pressão fique estável na pressão de 12lbf/pol²;

abrir o registro do butijão de gás butano, em seguida abrir a entrada de gás do fotômetro e acionar o botão de flicção para acender a chama;

ajustar a chama do fotômetro até que esta fique estequiométrica azul (aparência azul);

ligar o painel do fotômetro;

mergulhar o aparelho em água destilada e esperar que o aparelho calibre no zero (concentração de 0,0 ppm para Na e K);

em seguida, coloca o cateter na solução padrão e calibra-o para uma leitura de 140,0 para o Na (sódio) e 5,0 para K (potássio);

após a calibração, procede da mesma forma que das amostras padrões e faz as leitura, sem ajuste, somente lê o resultado fornecido pelo fotômetro;

a cada nova leitura feita, se faz necessário a total limpeza do cateter para uma subsequente leitura amostral;

⇒ Materiais utilizados

⇒ caixa receptora;

- ⇒ compressor;
- ⇒ baby backer de 100ml;
- ⇒ pisseta;
- ⇒ balão
- ⇒ becker

⇒ Procedimento

- ⇒ ligar o aparelho;
- ⇒ girar a chave seletora para a posição 2000 micromhos;
- ⇒ mergulhar o eletrodo na solução tampão;
- ⇒ verificar a temperatura ambiente;
- ⇒ regular o condutivímetro de acordo com a temperatura ambiente;
- ⇒ ajustar o condutivímetro para as leituras das amostras;
- ⇒ gerar uma tabela com as leituras;

⇒ Cálculo:

$$\text{Na}^+ = 1,6925 X^{0,8387} \text{ . (diluído)}$$

$$\text{K}^+ = 1,2321 X^{0,9434} \text{ . (diluído)}$$

4.5.5.2 - MAGNÉSIO E CÁLCIO

- ⇒ metodologia ;
- ⇒ 20 ml da amostra bem homogeneizada ;
- ⇒ adiciona 3ml da solução tampão pH 10;
- ⇒ adicionar duas gotas de eriocromo negro;

⇒ titula com EDTA 0,025N até uma coloração cinza azulada.

➤ **Materiais:**

⇒ becker

⇒ bureta de 50ml

⇒ erlemayers

⇒ pisseta

⇒ proveta

➤ **Reagente:**

⇒ EDTA 0,025N

⇒ criocromo negro

⇒ solução tampão pH 10

➤ **Cálculo:**

Para determinar a concentração de magnésio mais a de cálcio. Por diferença obtém-se a concentração de magnésio:

$$(Ca+Mg) = \frac{Vol.tilx0,025x1000}{20}$$

$$Mg=(Ca+Mg)-Ca$$

Conversão para mg/l: $Mg=mcq/Lx12$

4.5.6 - CARBONATOS E BICARBONATOS

A aplicação de efluentes no solo em quantidades significativas implica em elevados teores de matéria orgânica, conseqüentemente, numa elevação o conteúdo de

carbono. Águas residuárias tratadas possuem uma alta concentração de íons bicarbonato.

Os resíduos orgânicos quando aplicados em excesso no solo podem causar os seguintes efeitos:

⇒ elevada capacidade de retenção de água tanto na capacidade de campo, quanto no ponto de murchamento.

⇒ elevação em conteúdo e umidade ;

⇒ aumento da porosidade;

⇒ aumento da condutividade elétrica.

4.5.6.1 - CARBONATO

⇒ Metodologia

⇒ 20 ml da amostra bem homogeneizada ;

⇒ adiciona gotas de fenolftaleína;

⇒ se não houve alteração na cor da amostra significa ausência de carbonato;

⇒ se houver mudança na coloração para rosa, titular H_2SO_4 0,2N até a amostra voltar a coloração inicial.

⇒ adicionar duas gotas de eriocromo negro;

⇒ titula com EDTA 0,025N até uma coloração cinza azulada.

⇒ Materiais:

⇒ becker

⇒ bureta de 50ml

⇒ erlemayers

⇒ pisseta

⇒ proveta

➤ **Reagente:**

⇒ fenolftaleína

⇒ ácido sulfúrico 0,02N

➤ **Cálculo:**

Para determinar a concentração:

$$(\text{CO}_3) = \text{Vol.til.} \times 2(\text{meq/L})$$

conversão para mg/L: meq/Lx30

4.5.6.2 - BICARBONATO

➤ **Metodologia**

⇒ Faz-se uma prova em branco com 20ml de água destilada

⇒ Nas amostras utilizadas para determinar carbonato adiciona-se 3gotas de metil orange

⇒ Titula-se com H_2SO_4 0,02N até uma coloração alaranjada

➤ **Materiais:**

⇒ becker

⇒ bureta de 50ml

⇒ erlemayers

⇒ pisseta

⇒ proveta

⇒ Reagente:

⇒ metil orange

⇒ ácido sulfúrico 0,02N

⇒ Cálculo:

Para determinar a concentração:

$$(\text{HCO}_3) = \frac{(\text{Vol.tit} - \text{PB}) \times 0,02 \times 1000}{20} (\text{meq/L})$$

conversão para mg/L: meq/Lx61

5.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

A Figura 5.1 mostra as variações dos valores de pH nos líquidos percolados em duas coletas nos tratamentos com e sem adubação.

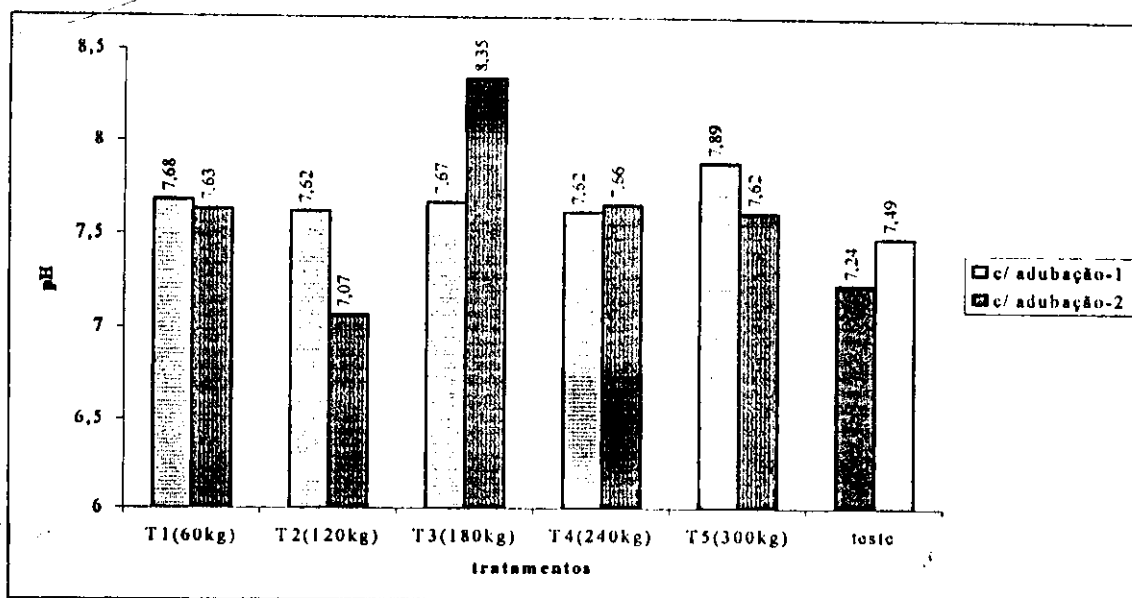


figura 5.1 – pH das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

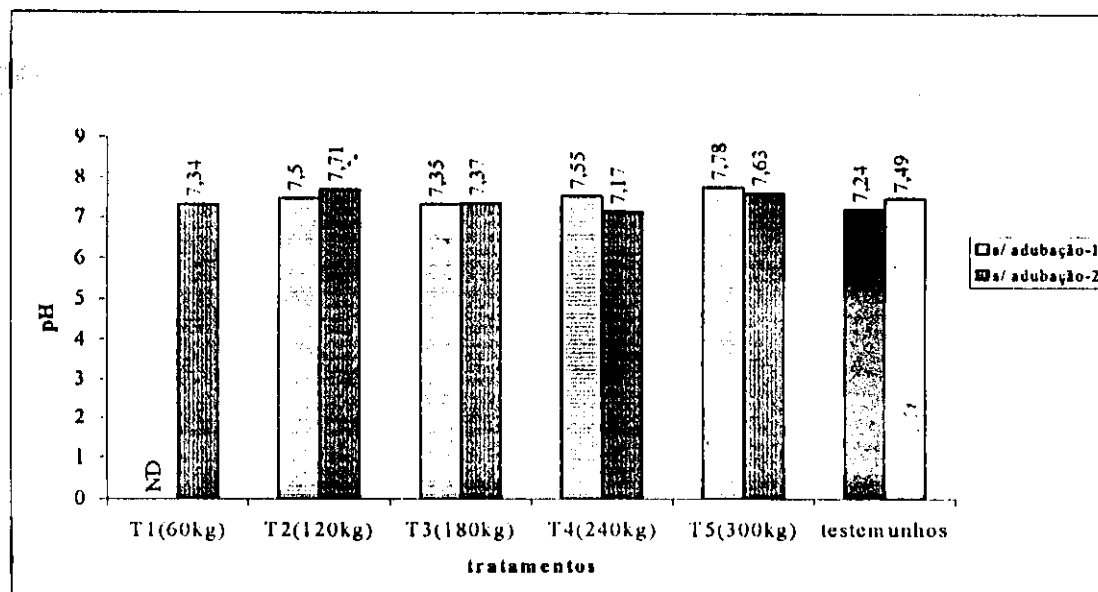


figura 5.2 – pH das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta ■
 Testemunha da 2ª coleta □

O pH nos dá uma indicação sobre as condições ácidas, neutras e básicas de uma água. Com um pH baixo a água tem a característica de águas corrosivas e agressivas, com o pH alto possibilita a ocorrência de incrustações que estão associados a formação de colônias de algas. Com as condições de limites extremos do pH afetam a vida aquática de peixes à microorganismos.

Nas condições imprimidas no estudo experimental dos tratamentos de solos T1(60kg), T2(120kg), T3(180kg), T4(240kg), T5(300kg), houve uma variação de valores entre as 1ª e 2ª coleta, como também em relação a adubação ou não. Porém os valores analisados nos Figuras 4.1 e 4.2, nos mostram valores toleráveis, cujo o mínimo foi um $\text{pH} = 7,07$ no T2(120kg) com adubação e o máximo foi $\text{pH} = 8,35$ no T3(180kg). Os valores encontrados na análise de pH não afetariam os lenções freáticos, pois os valores estão dentro de uma faixa aceitável. Sabendo que o solo em estudo tem a finalidade de ser utilizado no aproveitamento agrícola.

5.2 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

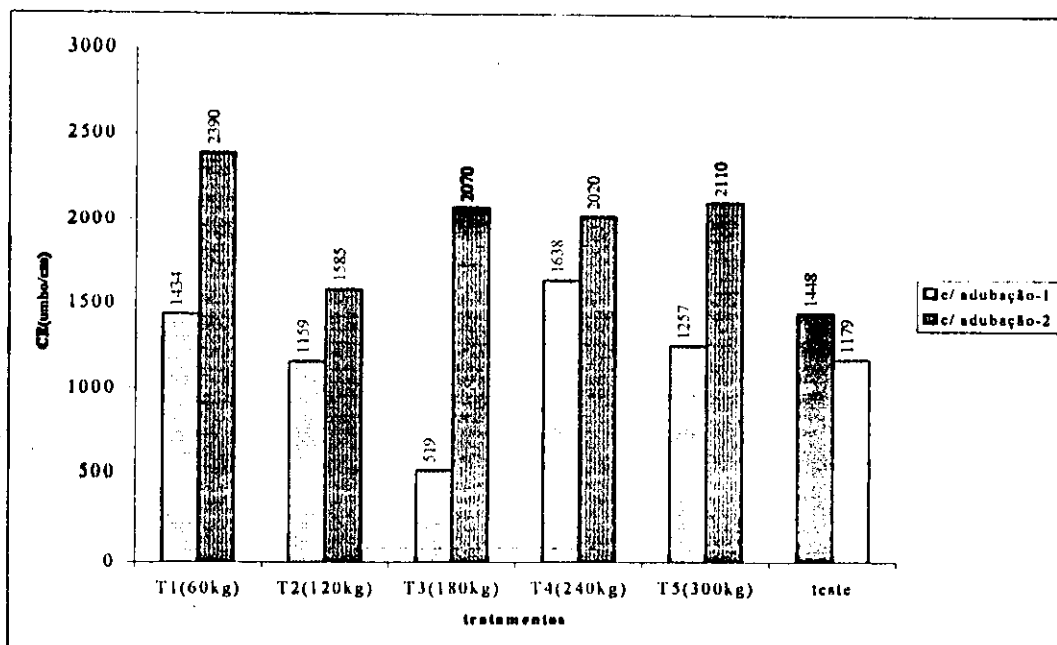


figura 5.3 – condutividade CE($\mu\text{mho/cm}$) das amostras de 1ª e 2ª coleta com, adubação

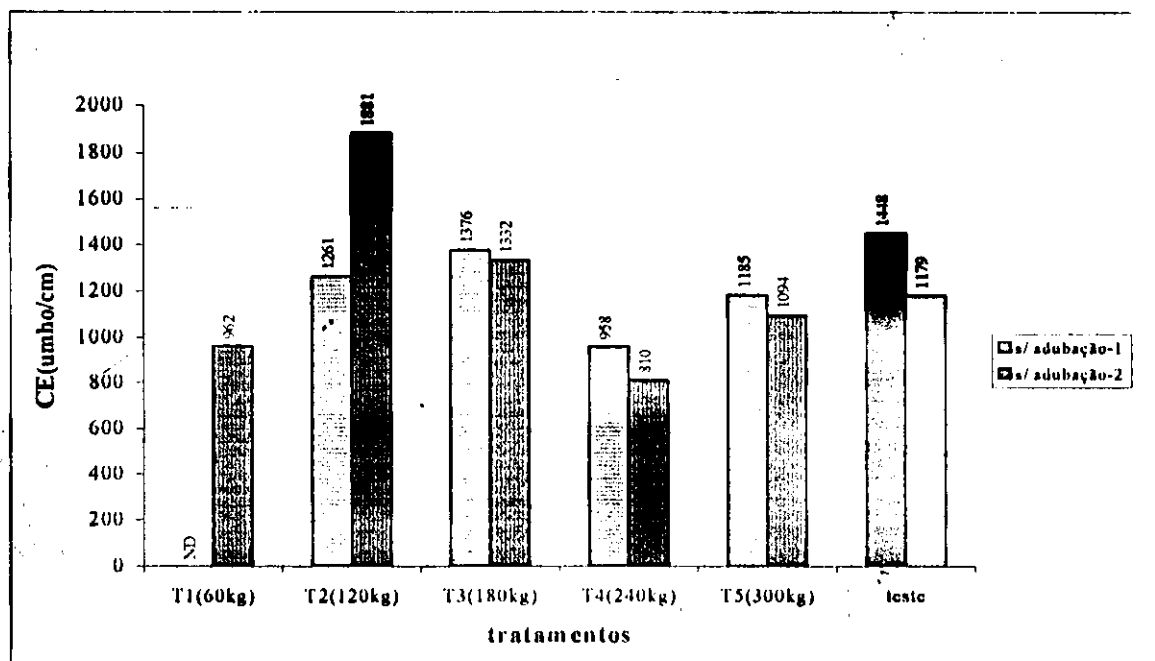


figura 5.4 – condutividade CE($\mu\text{mho/cm}$) das amostras de 1ª e 2ª coleta sem, adubação

Testemunha da 1ª coleta ■
Testemunha da 2ª coleta □

A condutividade elétrica é um indicativo do teor de sais dissolvidos na água, sendo de fundamental importância sua análise para o meio agrícola pois a água de irrigação pode lixiviar o solo e salinizá-lo deixando impróprio para produção agrícola.

Os resultados mostrados nas *Figuras 4.3 e 4.4* indicam uma variação acentuada entre a CE da 1ª e 2ª coleta mostrando que houve uma lixiviação do solo bastante alta superando os valores deste parâmetro no líquido oriundo do solo testemunha. Os valores mínimo e máximo foram de **519 umho/cm (T3- 180kg)** e **2390umho/cm (T3 – 180kg com adubação)**. No gráfico 04, houve variações em que a condutividade aumentaram no T2 (120kg), e os demais diminuíram significadamente os valores de condutividade, que mostra uma baixa na concentração de sais no solo, sem adubação.

5.3 - FÓSFORO TOTAL E ORTOFOSFATO SOLÚVEL

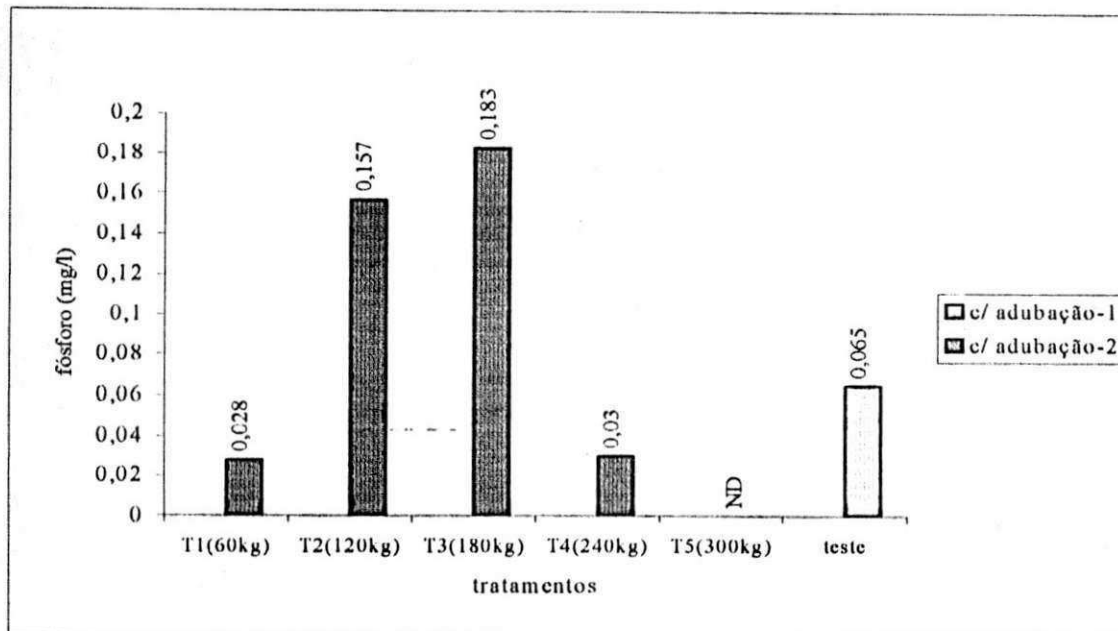


figura 5.5 – fósforo total (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta com, adubação

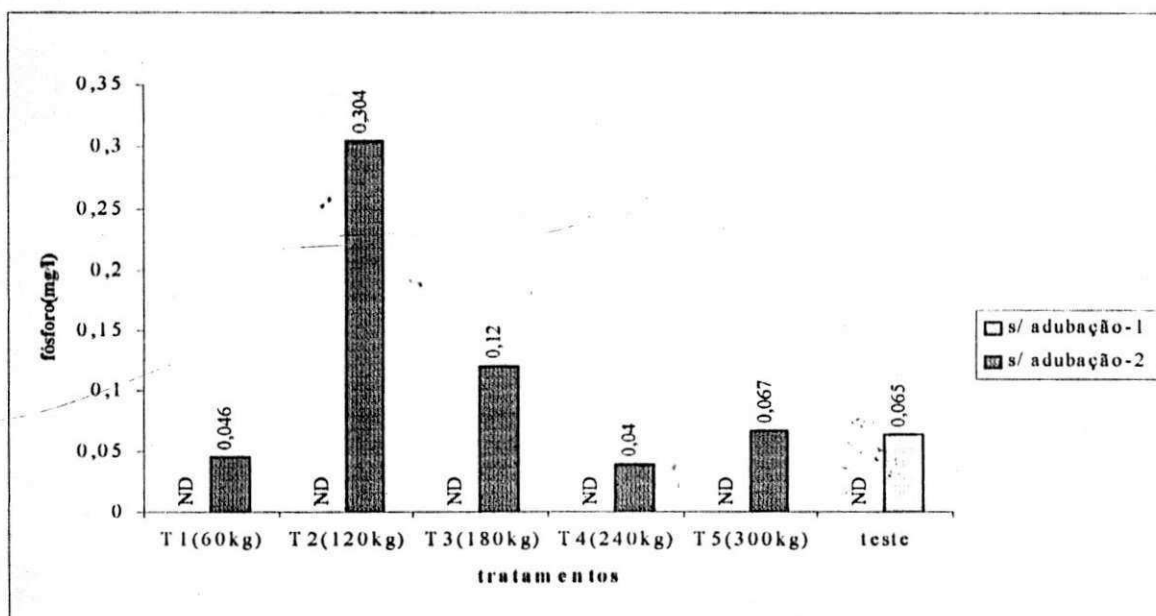


figura 5.6 – fósforo total (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta ■
 Testemunha da 2ª coleta □

As Figuras 4.5 e 4.6 mostram valores das concentrações de fósforo total da segunda coleta. Pode-se observar que existe a presença de fósforo na água lixiviada, porém em pequenas quantidades. Os valores variaram entre o mínimo de **0,028mg/l** no tratamento T1(60kg) com adubação e máximo **0,304mg/l** T2(120kg) sem adubação. Como o lodo utilizado foi originado numa ETE, a matéria orgânica presente neste lodo ao ser digerida anaerobicamente libera quantidades suficientes de fósforo os quais são disponibilizados para as plantas quando da aplicação deste material no solo.

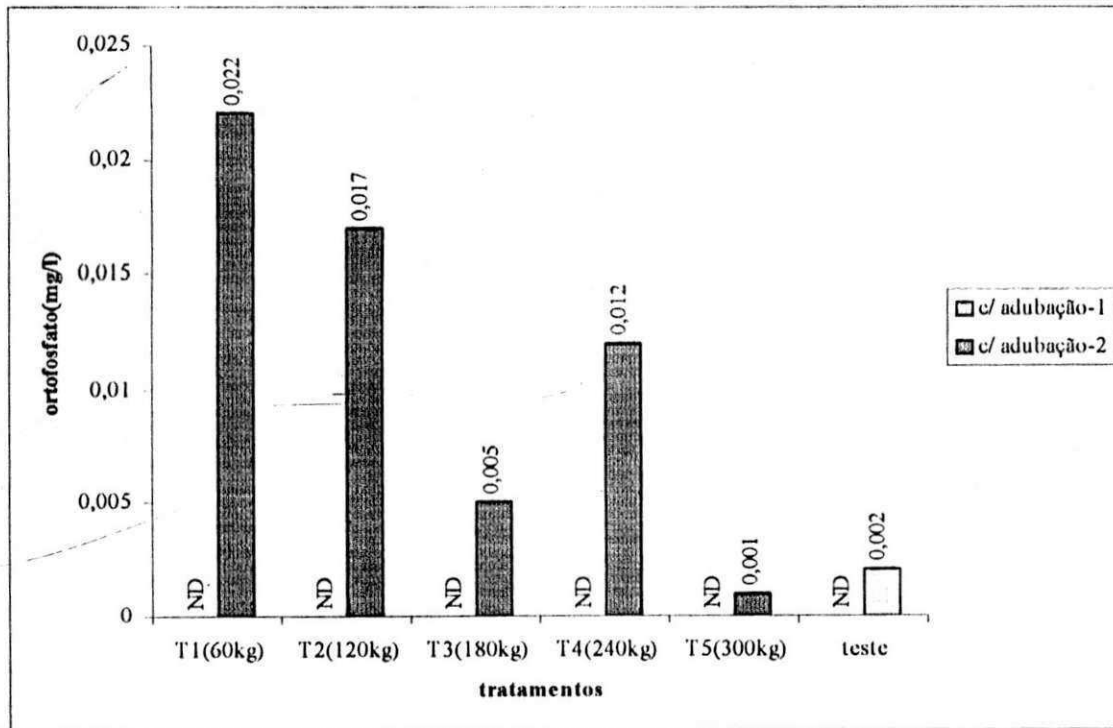


Figura 5.7 – ortofosfato (mg/l) solúvel das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

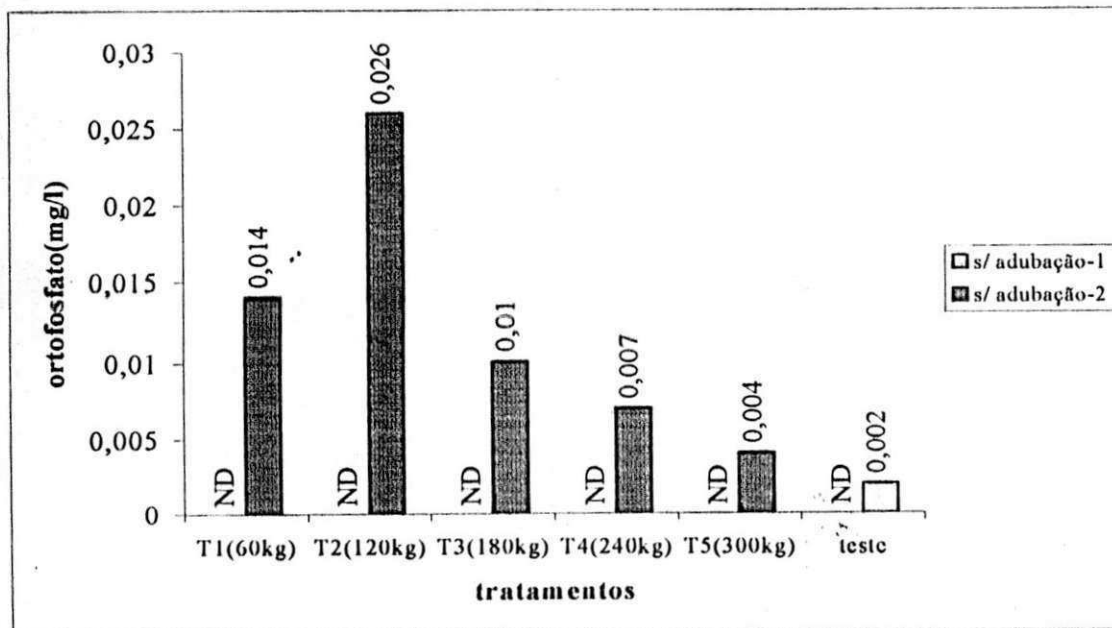


Figura 5.8 – ortofosfato (mg/l) solúvel das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta ■
 Testemunha da 2ª coleta □

O ortofosfato nos líquidos percolados esteve presente em baixas concentrações e os valores variaram entre o mínimo de **0,001mg/l** no T5(300Kg) solo com adubação e máximo de **0.026mg/l** no T2(120Kg) solo sem adubação (Figuras 4.7.e 4.8).

5.4 - AMÔNIA E NITRATO

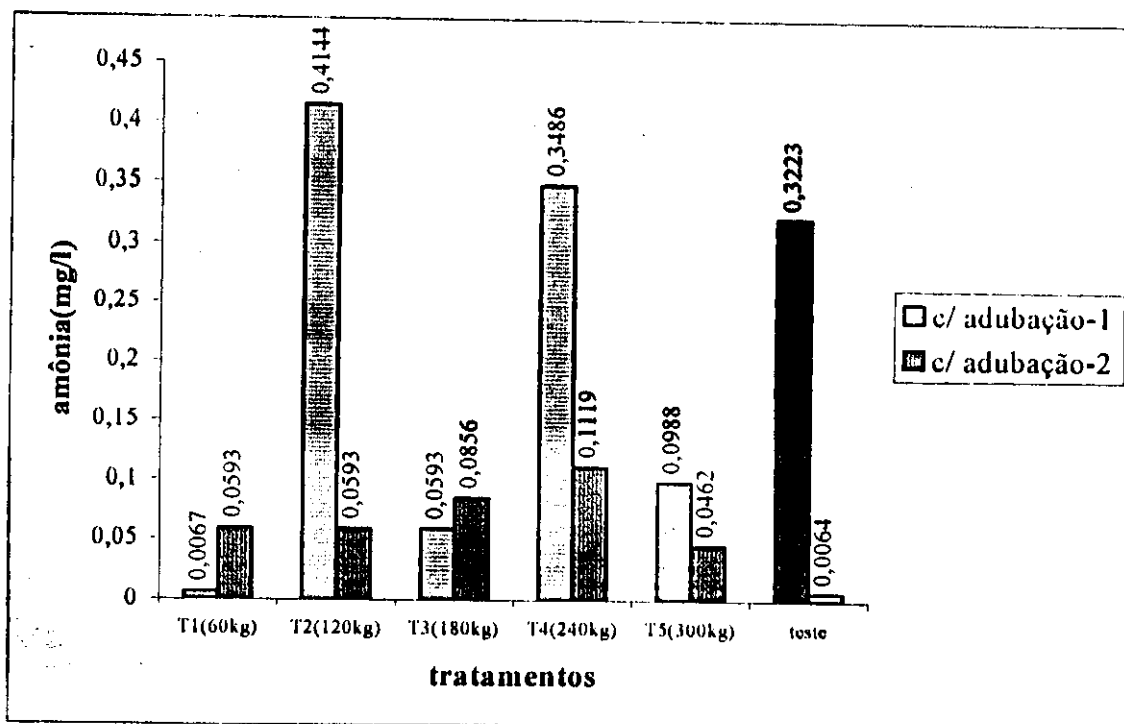


figura 5.9 – amônia (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

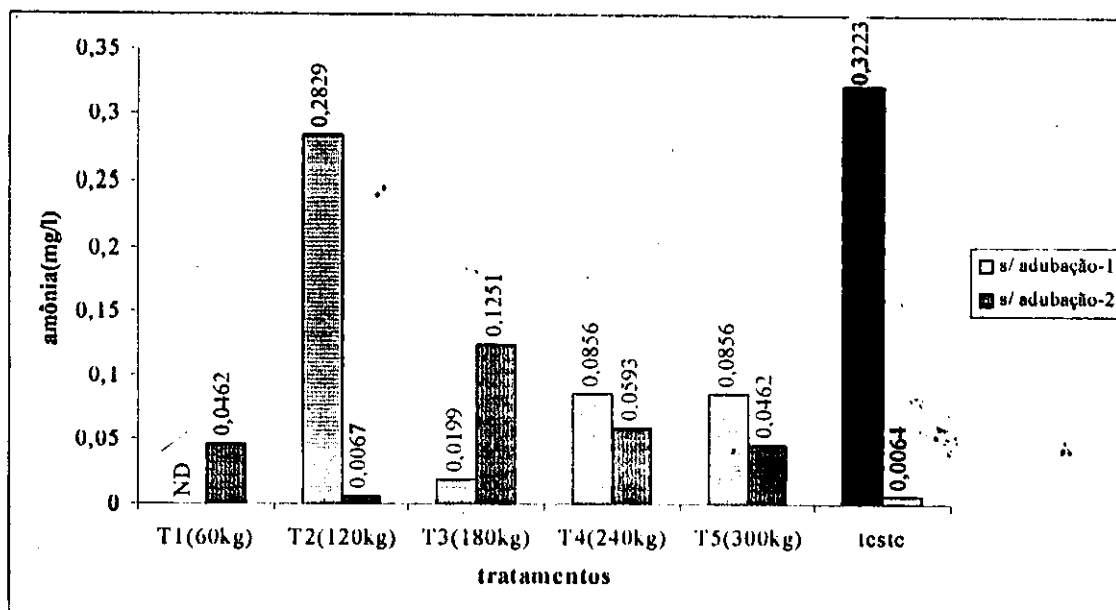


figura 5.10 – amônia (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta ■
Testemunha da 2ª coleta □

A presença de amônia em corpos de água demonstra a quantidade de nitrogênio dissolvido na água, que este íon é um indicador de poluição. Pois grande quantidade de amônia indica poluição associada a forma de apresentação dos íons de nitrogênio que pode se apresentar na solução (NH_4^+), na forma livre, ou na forma ionizada (NH_3), estas formas de apresentação dos íons de nitrogênio podem ser preliminarmente determinadas pelo pH da água:

pH < 8,0 → a amônia se encontra no estado de NH_4^+

pH = 9,5 → 50% apresenta em NH_4^+ e 50% como NH_3

pH > 11,0 → a amônia está na forma de NH_3

Fazendo análise de pH nos figura 01 e 02 apresentam limites inferior de pH < 8,0 excedendo apenas no tratamento T3(180kg), pH > 8. Assim podemos afirmar que os íons se apresentam na forma de NH_4^+ , portanto não apresentando risco de toxicidade para vida biótica aquática.

As concentrações de amônia presente nas amostras foram baixas apresentando limites mínimo de 0,007mg/l no T1(60kg) no figura 5.09 e como se observa no comportamento houve um decréscimo na maioria dos tratamentos com adubação valor máximo 0,414mg/l no T2(120kg). Já na figura 5.10 apresenta variação de amônia nos tratamentos com uma acentuada redução de concentração, porém o valor do T3(180kg) elevaram sua concentração de amônia. Esta redução de concentração de amônia se deve a uma assimilação metabólica de certas bactérias presente no solo amostral, mais preciso nos tratamentos T2(120kg), T4(240kg), T5(300kg) e testemunha para os solos com e sem adubação. Contudo o tratamento T3(180kg) não apresentou uma concentração crescente, como mostram os gráficos 5.09 e 5.10, mostrou que a colônia bacterianas nitrificantes não assimilaram a amônia presente visto que foi neste tratamento que apresentou maior pH=8,35, assim o comportamento iônico é 50% apresenta em NH_4^+ e 50% como NH_3 .

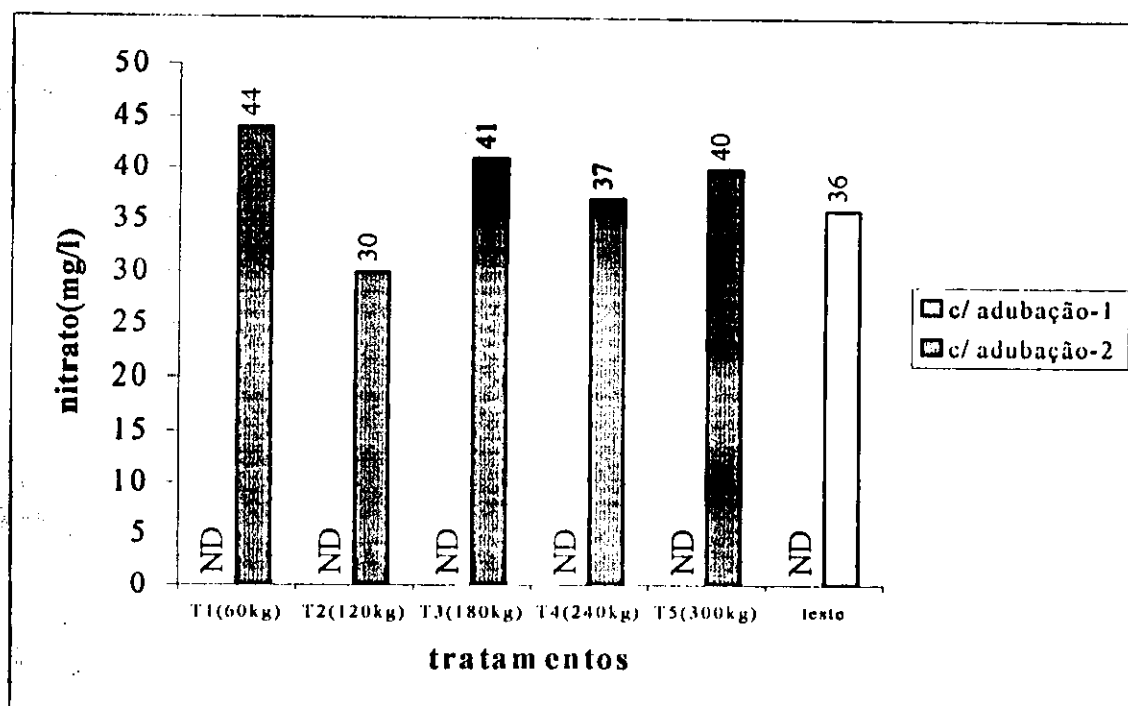


figura 5.11 – nitrato (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

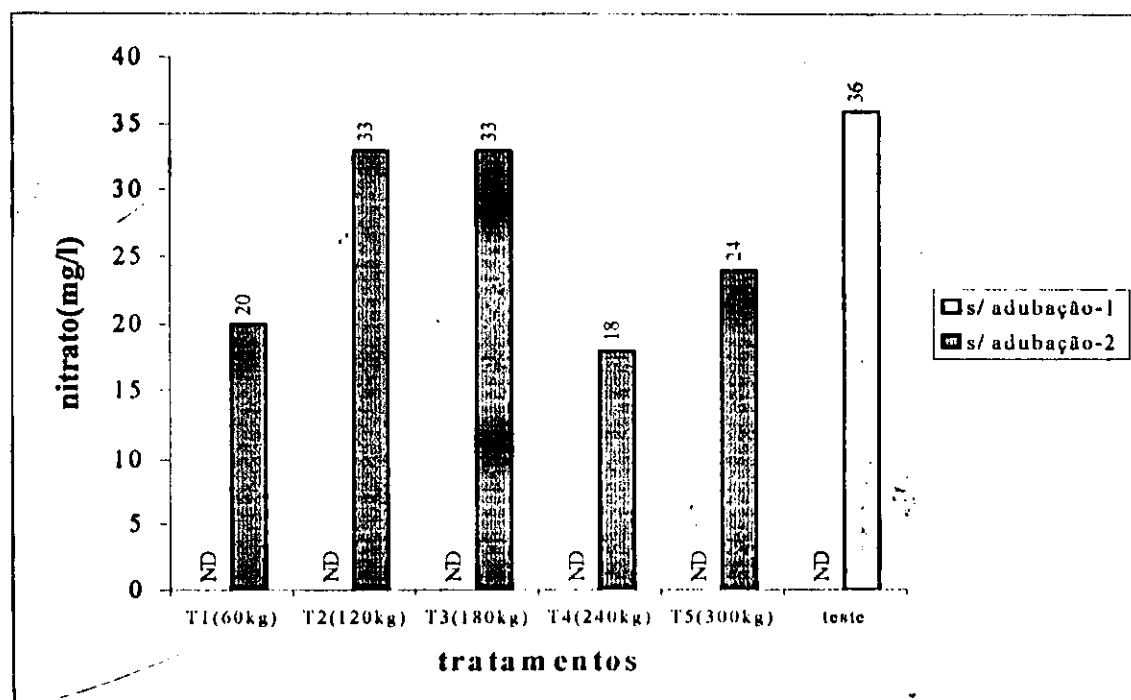


figura 5.12 – nitrato (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta ■
 Testemunha da 2ª coleta □

Através das figuras 5.11 e 5.12 verificamos a presença de nitrogênio nítrico em todos os tratamentos. Sabe-se que o nitrogênio é um elemento importante para o crescimento das plantas podendo se tornar um fator limitante do crescimento. Como se observa nos gráficos houve uma variação nas concentrações porém estas não forma associadas aos diferentes valores dos tratamentos experimentais. O valor mínimo foi de **18 mg N/l** no T4(240kg) solo sem adubação e máximo de **44 mg N/l** T1(60kg) solo com adubação.

5.5 - Íons de Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio

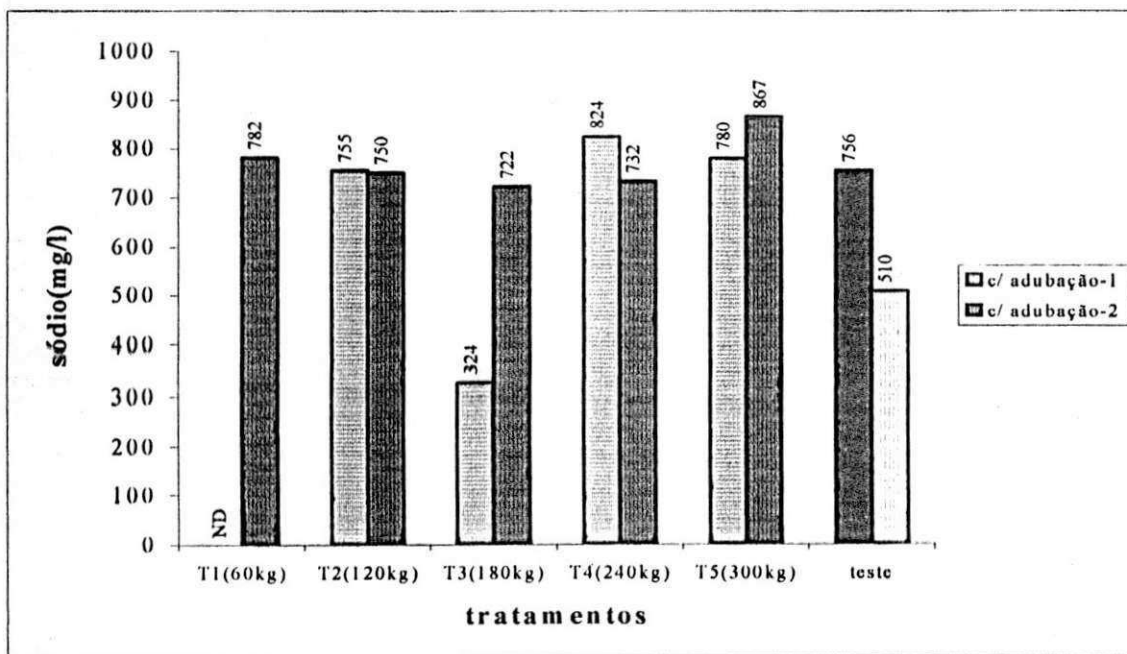


figura 5.13 – sódio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

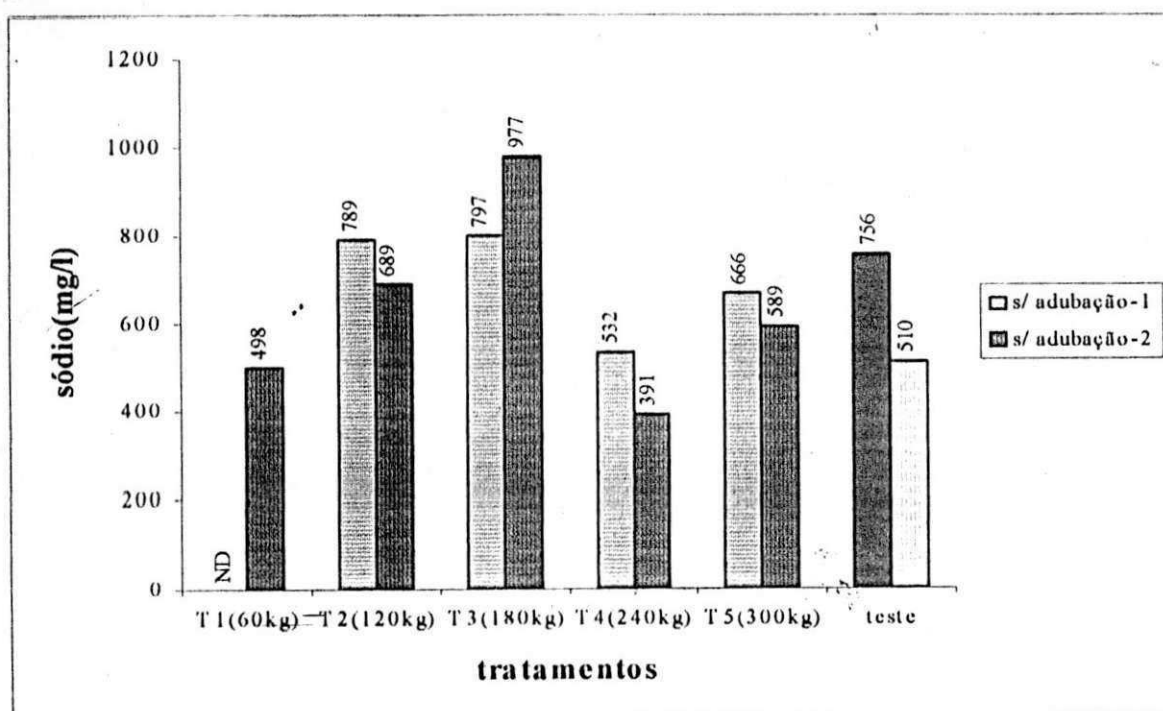




figura 5.14 – sódio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta 
 Testemunha da 2ª coleta 

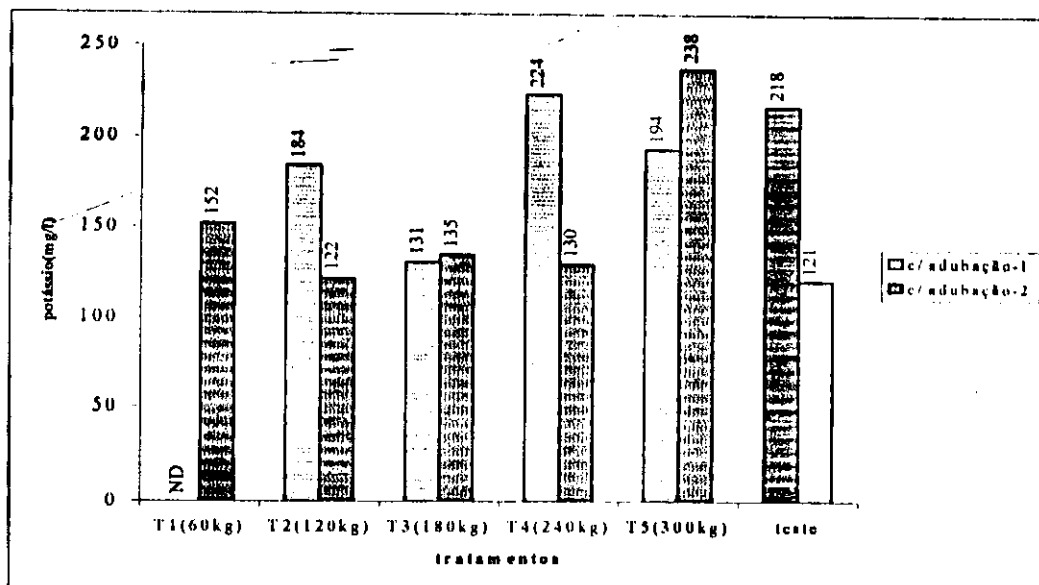


figura 5.15 – potássio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

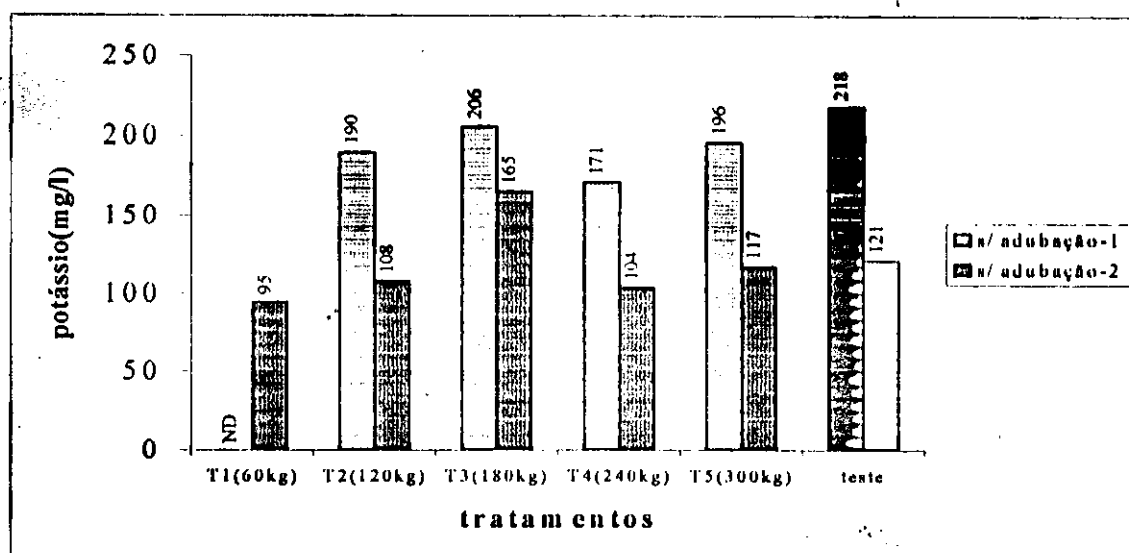




figura 5.16 – potássio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta 
 Testemunha da 2ª coleta 

Os cátions sódio, potássio são íons presente em ambientes aquáticos. Sua presença nas amostra, pode ser devido a formação geológica do solo utilizado neste estudo, que foi classificado como solo arenoso.

A presença de sódio foi observada em todos os tratamentos como se observa nas Figuras 4.15 e 4.16. Houve variações nas concentrações, nos tratamento T3 (180kg) e T5 (300kg) no tratamento com adubação onde se observou uma pequeno acréscimo de concentração. Nos demais tratamentos e testemunhas houve um decréscimo de concentração dos íons, apresentando valores mínimo 95 mg/l T1(60kg) solo sem adubação e máximo 238mg/l T5(300kg) solo com adubação. Os fato dos decréscimos destes íons é devido a absorção da planta, em que usa na síntese intercelular.

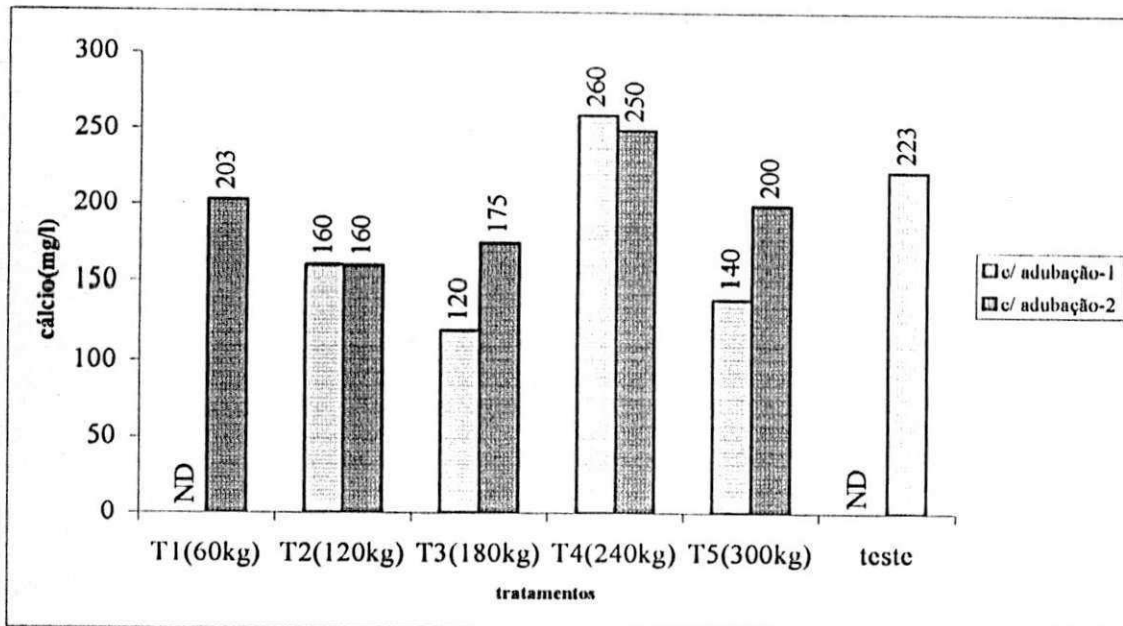


figura 5.17 – cálcio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

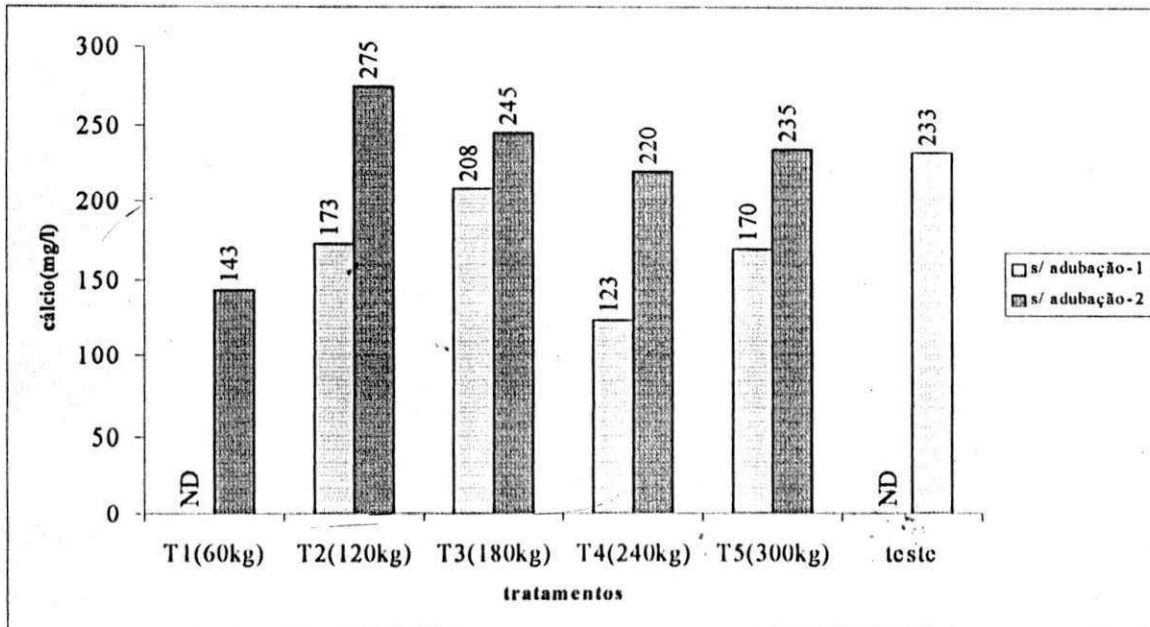


figura 5.18 – cálcio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Nas figuras 5.17 e 5.18 encontramos valores de íons de cálcio as quais as concentrações variam para um mínimo **120 mg/l** no tratamento T3(180kg) em solo com adubação e máximo de **275mg/l** T2(120kg) em solo sem adubação. Observamos uma ascendência das concentrações na segunda coleta em relação a primeira, que é devido aos cátions trocáveis da solução do solo e com referência a água de irrigação usada no para procurar uma relação de equilíbrio entre os íons relacionados.

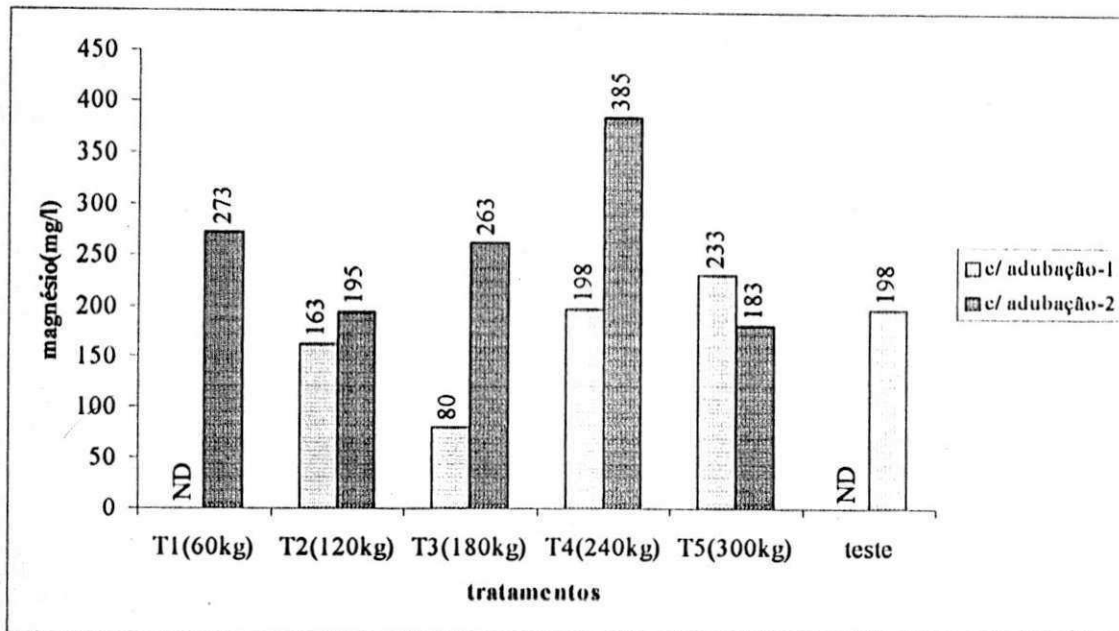


figura 5.19 – magnésio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

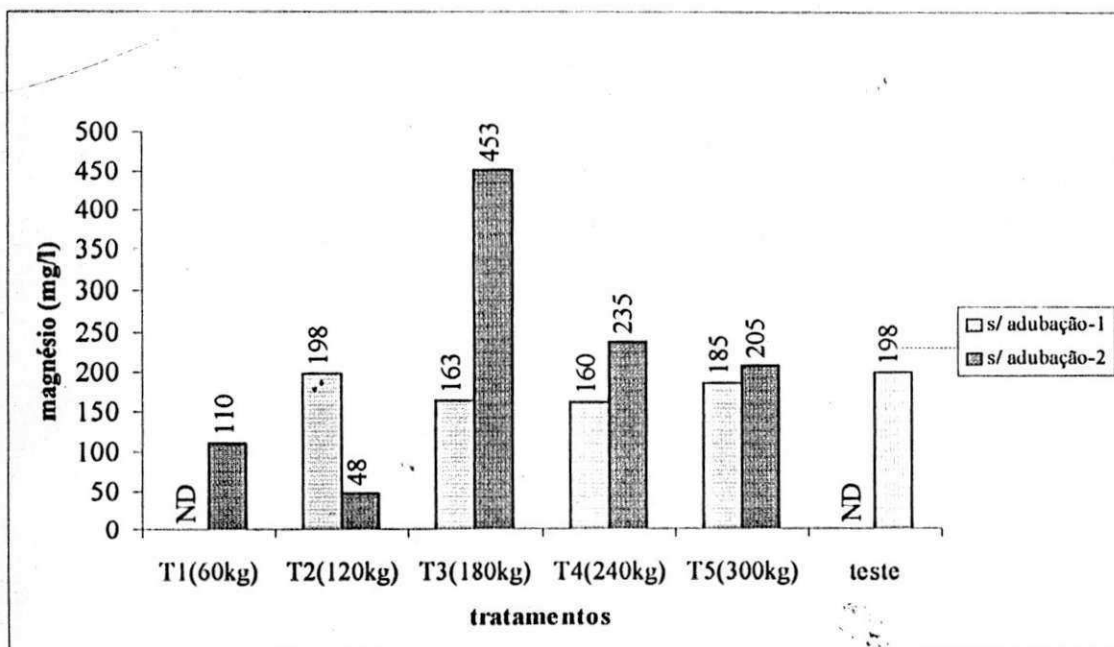


figura 5.20 – magnésio (mg/l) das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta
 Testemunha da 2ª coleta

Nas figuras 5.19 e 5.20 encontramos valores de íons de magnésio as quais as concentrações variam para um mínimo **48 mg/l** no tratamento T2(120kg) em solo com adubação e máximo de **453mg/l** T3(180kg) em solo sem adubação. Observamos um comportamento variante de oscilação de concentração em ambos os tratamentos.

5.6 - BICARBONATOS

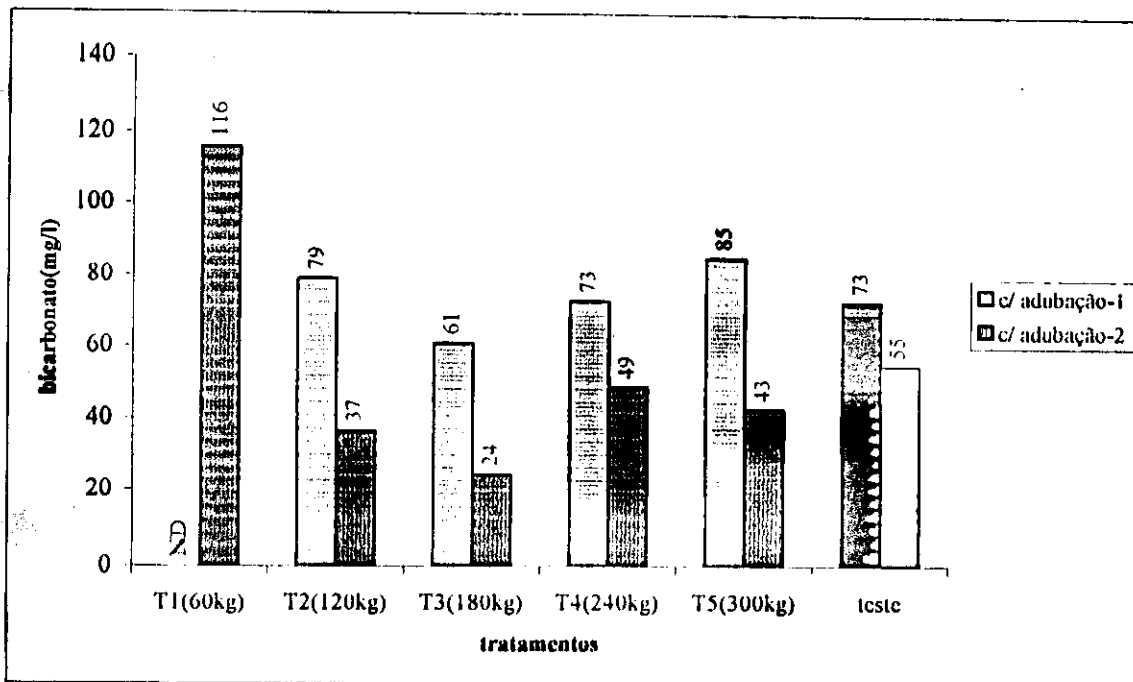


figura 5. 21 – bicarbonato das amostras de 1ª e 2ª coleta, com adubação

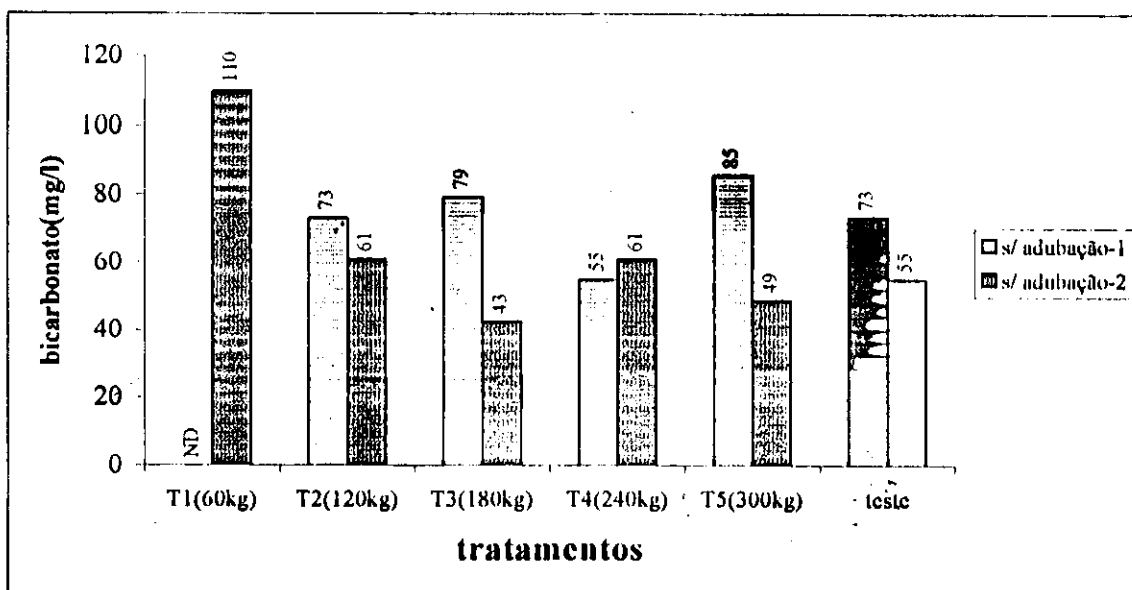


figura 5. 22 – bicarbonato das amostras de 1ª e 2ª coleta, sem adubação

Testemunha da 1ª coleta

Testemunha da 2ª coleta

A presença destes íons no solo em quantidade significativa implica dizer existe elevado teor de matéria orgânica, conseqüentemente, numa elevada concentração de carbono. Água lixiviada pelo solo com os tratamentos possui quantidade significativa de carbono na forma HCO_3^- , trata-se de concentração de bicarbonato que variarem de valores mínimo **24mg/l** em solo com adubação T4(240kg) e máximo **116 mg/l** em solo com adubação T1(60kg).

O excesso de resíduos orgânicos presente pode causar:

- ⇒ Elevada capacidade de retenção de água tanto na capacidade de campo, quanto no ponto de murchamento;
- ⇒ Elevação em conteúdo de umidade;
- ⇒ Aumento da porosidade;
- ⇒ Aumento da condutividade elétrica.

7.0 – CONCLUSÃO

1 – Os valores das concentrações da maioria dos parâmetros analisados foram muito variáveis, não sendo possível estabelecer uma relação entre as concentrações e os tratamentos experimentais. A calagem através da introdução de cal virgem, interferiu sobremaneira nas variações das concentrações de muitos dos parâmetros analisados:

Tabela 02 – resultados máximos e mínimos dos tratamentos

ENSAIOS	VALORES	Concentração (mg/l)	Tratamento(kg)	Condição
pH	máximo	8,35	T3(180)	com adubação
	mínimo	7,07	T2(120)	sem adubação
CE	máximo	2390	T1(60)	com adubação
	mínimo	519	T3(180)	com adubação
Fósforo total	máximo	0,304	T2(120)	sem adubação
	mínimo	0,028	T1(60)	com adubação
Ortofosfato Solúvel	máximo	0,026	T2(120)	sem adubação
	mínimo	0,001	T5(300)	com adubação
Amônia	máximo	0,414	T2(120)	com adubação
	mínimo	0,007	T1(60)	com adubação
Nitrato	máximo	44	T1(60)	com adubação
	mínimo	18	T4(240)	sem adubação
Sódio	máximo	977	T3(180)	sem adubação
	mínimo	324	T3(180)	com adubação
Potássio	máximo	238	T5(300)	com adubação
	mínimo	95	T1(60)	sem adubação
Cálcio	máximo	275	T2(120)	sem adubação
	mínimo	120	T3(180)	com adubação
Magnésio	máximo	453	T3(180)	sem adubação
	mínimo	48	T2(120)	com adubação
Bicarbonato	máximo	116	T1(60)	com adubação
	mínimo	24	T4(240)	com adubação

2 - Finalizando; este experimento serviu para mostrar de forma experimental as características do solo em estudo, arenoso adubado com lodo calado e sem adubação, aos referidos tratamentos T1(60kg), T2(120kg), T3(180kg), T4(240kg) e T5(300kg) que foi o ponto básico desta pesquisa. Assim foram imprimidas as condições de laboratório, para a simulação de um tratamento em campos, com a plantação nos baldes com a algodoeira marrom. O comportamento dos resultados foram bastantes variados, não

correspondendo uma variação contínua dos resultados com relação aos tratamentos propostos, como pode-se verificar nas tabelas (anexo) e figuras.

Anexos

TABELAS

Tabela 03 – pH das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	7,68	7,62	7,67	7,62	7,89	7,24
c/ adubação-2	7,63	7,07	8,35	7,66	7,62	7,49
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	7,5	7,35	7,55	7,78	7,24
s/ adubação-2	7,34	7,71	7,37	7,17	7,63	7,49

Tabela 04 – condutividade elétrica (μ ho) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	1434	1159	519	1638	1257	1448
c/ adubação-2	2390	1585	2070	2020	2110	1179
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	1261	1376	958	1185	1448
s/ adubação-2	962	1881	1332	810	1094	1179

Tabela 05 – fósforo total (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
c/ adubação-2	0,028	0,157	0,183	0,03	ND	0,065
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
s/ adubação-2	0,046	0,304	0,12	0,04	0,067	0,065

Tabela 06 – ortofosfato solúvel (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
c/ adubação-2	0,022	0,017	0,005	0,012	0,001	0,002
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
s/ adubação-2	0,014	0,026	0,01	0,007	0,004	0,002

Tabela 07 – amônia (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	0,0067	0,4144	0,0593	0,3486	0,0988	0,3223
c/ adubação-2	0,0593	0,0593	0,0856	0,1119	0,0462	0,0064
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	0,2829	0,0199	0,0856	0,0856	0,3223
s/ adubação-2	0,0462	0,0067	0,1251	0,0593	0,0462	0,0064

Tabela 08 – nitrato (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
c/ adubação-2	44	30	41	37	40	36
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
s/ adubação-2	20	33	33	18	24	36

Tabela 09 – sódio (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	DN	755	324	824	780	756
c/ adubação-2	782	750	722	732	867	510
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	DN	789	797	532	666	756
s/ adubação-2	498	689	977	391	589	510

Tabela 10 – potássio (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	DN	184	131	224	194	218
c/ adubação-2	152	122	135	130	238	121
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	DN	190	206	171	196	218
s/ adubação-2	95	108	165	104	117	121

Tabela 11 – cálcio (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	ND	160	120	260	140	ND
c/ adubação-2	203	160	175	250	200	223
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	173	208	123	170	ND
s/ adubação-2	143	275	245	220	235	233

Tabela 12 – magnésio(mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	ND	163	80	198	233	ND
c/ adubação-2	273	195	263	385	183	198
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	198	163	160	185	ND
s/ adubação-2	110	48	453	235	205	198

Tabela 13 – bicarbonato (mg/l) das amostras da 1ª e 2ª coleta

	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
c/ adubação-1	ND	79	61	73	85	73
c/ adubação-2	116	37	24	49	43	55
	T1(60kg)	T2(120kg)	T3(180kg)	T4(240kg)	T5(300kg)	testemunho
s/ adubação-1	ND	73	79	55	85	73
s/ adubação-2	110	61	43	61	49	55

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUEDES, JANAÍTO MILANÊZ – Características Físico-Químicas Do Líquido Percolado Através De Colunas De Brita. Relatório De Estágio- DEC – Área De Saneamento Campus II – Campina Grande Pb, 2000.

FURTUOSO, ADRIANO DA SILVA - Características Físico-Químicas Do Líquido Percolado Através De Colunas De Laterita – Relatório De Estágio - DEC – Área De Saneamento Campus II – Campina Grande Pb, 2000.

VITÓRIO, CLEVERNOU ANDREALI – Proposição De Plano De Monitoramento De Reciclagem Agrícola Do Lodo De Esgoto De Estado Do Paraná – UFPR; DEC – Área De Saneamento Campus II, I-036 (ABES) – Campina Grande- PB, 1996.

BAUER, L. A. FALCÃO – Material De Construção Vol 1 – 2ª Edição; Ed. Livro Técnicos E Científicos Editora S.A. – Rio De Janeiro RJ, 1985.

JORNAL DO BRASIL – Jornal Brasileiro Na Internet – lodo - Quarta-feira, 22 de Agosto de 2001

CIÊNCIAS PARA O ENSINO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL – Recursos Naturais, Solos - CDCC-USP-SÃO CARLOS Programa Educ@r, Internet

EMBRAPA – Textura de Solos - vindo à Embrapa Meio Ambiente – site : <http://www.cnpma.embrapa.br/> - 21k, 31k